


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)



Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

 П.Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Проектирование электронных средств  
(групповое проектное обучение – ГПО 4)**

Уровень основной образовательной программы – бакалавриат  
Направление подготовки – 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
Профиль - Конструирование и технология нанoeлектронных средств  
Форма обучения – очная  
Факультет – радиоконструкторский (РКФ)  
Кафедра конструирования узлов и деталей радиоаппаратуры (КУДР)  
Курс – 4 Семестр – 7

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

| №  | Виды учебной работы                          | Семестр 5 | Единицы |
|----|--|-----------|---------|
| 1  | Лекции                                       | 36        | часов   |
| 2  | Лабораторные работы                          | 16        | часов   |
| 3  | Практические занятия                         | 36        | часов   |
| 4  | Курсовой проект (КРС) (аудиторная)           |           |         |
| 5  | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)         | 88        | часов   |
| 6  | Из них в интерактивной форме                 | 70        | часов   |
| 7  | Самостоятельная работа студентов (СРС)       | 92        | часов   |
| 8  | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)             | 180       | часов   |
| 9  | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | 36        | часов   |
| 10 | Общая трудоемкость (Сумма 8,9)               | 216       | часов   |
|    | (в зачетных единицах)                        | 6         | ЗЕТ     |

Экзамен – 7 семестр

Томск 2016

### Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (уровень бакалавриата), утвержденного 12 ноября 2015 г., рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 25 мая 2016 г., протокол № 185.

Разработчик  
доцент каф. КУДР

 М.Н.Романовский

Рабочая программа согласована с факультетом, ЦИОТ и выпускающей кафедрой направления подготовки.

Декан РКФ

 Д.В.Озеркин

Зав. выпускающей кафедрой КУДР


 А.Г.Лоцилов

Директор ЦИОТ ТУСУРа

\_\_\_\_\_ А.Ф.Поздеева

Эксперт:

Профессор кафедры КУДР

 С.Г. Еханин

### 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов функциональному проектированию электронных средств, формирование навыков сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору. Соответственно желанию специализироваться в определенной области, студент выбирает для изучения одну из дисциплин, преподаваемых параллельно: Технологические процессы в нанoeлектронике / Проектирование электронных средств (ГПО 4). Полученные знания и навыки используются при изучении последующих профессиональных дисциплин.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств (ПК-5).

В результате изучения дисциплины студенты должны: *знать* методы и алгоритмы моделирования процессов в РЭС на макроуровне, *уметь* сформировать функциональную модель объекта-системы и реализовать ее на ПЭВМ, *владеть* навыками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

| Вид учебной работы                            | Всего часов |
|---|-------------|
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>             | <b>88</b>   |
| В том числе:                                  |             |
| Лекции  | 36          |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 16          |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 36          |
| <i>Другие виды аудиторной работы</i>          |             |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>         | <b>128</b>  |
| В том числе:                                  |             |
| на подготовку, сдачу экзамена                 | 36          |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | Экзамен     |
| Общая трудоемкость час                        | 216         |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                 | 6           |

### 5 Содержание дисциплины

#### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины              | Лекции | Лаборат. Занятия | Практич. Занятия. | Самост. Работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|-------|--|--------|------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1     | Введение                                     | 2      |                  |                   | 2                       | 4                      | ПК-5                                  |
| 2     | Общие сведения о математических моделях      | 4      |                  | 4                 | 8                       | 16                     | ПК-5                                  |
| 3     | Основы моделирования на макроуровне          | 6      |                  | 4                 | 10                      | 20                     | ПК-5                                  |
| 4     | Модели базовых элементов РЭС                 | 4      |                  | 4                 | 8                       | 16                     | ПК-5                                  |
| 5     | Моделирование статических режимов            | 4      |                  | 8                 | 12                      | 24                     | ПК-5                                  |
| 6     | Моделирование в частотной области            | 4      |                  | 4                 | 8                       | 16                     | ПК-5                                  |
| 7     | Моделирование переходных процессов           | 6      |                  | 8                 | 14                      | 28                     | ПК-5                                  |
| 8     | Основы моделирования на микро- и метауровнях | 2      |                  | 4                 | 6                       | 12                     | ПК-5                                  |
| 9     | Пакеты прикладных программ                   | 4      | 16               |                   | 60                      | 80                     | ПК-5                                  |

#### 5.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов                        | Содержание разделов   | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|-------|--|---|---------------------|---------------------------------------|
| 1     | Введение                                     | Структура, цели и задачи курса, его место в учебном процессе. Положение о рейтинговой системе. Сущность моделирования, классификация моделей, история развития моделирования, вычислительный эксперимент      | 2                   | ПК-5                                  |
| 2     | Общие сведения о математических моделях      | Принципы иерархичности и декомпозиции. Параметры и фазовые переменные. Требования к математическим моделям. Модели на микро-, макро- и метауровне. Моделирование элементов систем. Метод наименьших квадратов | 4                   | ПК-5                                  |
| 3     | Основы моделирования на макроуровне          | Компонентные и топологические уравнения. Аналогии компонентных и топологических уравнений. Источники фазовых переменных. Формирование эквивалентных схем. Связи между разнородными подсистемами               | 6                   | ПК-5                                  |
| 4     | Модели базовых элементов РЭС                 | Пассивные элементы. Полупроводниковые диоды. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Определение параметров моделей. Статистические и детерминированные модели. Автоматизация определения параметров     | 4                   | ПК-5                                  |
| 5     | Моделирование статических режимов            | Общие сведения. Преобразования Тевенина и Нортона. Формирование модели. Метод Ньютона-Рафсона. Модификации метода Ньютона-Рафсона   | 4                   | ПК-5                                  |
| 6     | Моделирование в частотной области            | Комплексная частотная характеристика. Формирование модели. Методы решения систем линейных уравнений. Повышение эффективности алгоритмов анализа   | 4                   | ПК-5                                  |
| 7     | Моделирование переходных процессов           | Методы численного интегрирования. Точность и устойчивость методов. Выбор шага интегрирования. Комбинированные алгоритмы. Метод переменных состояния. Неявная форма динамической модели                        | 6                   | ПК-5                                  |
| 8     | Основы моделирования на микро- и метауровнях | Сеточные методы. Формирование и реализация моделей на микроуровне. Логические модели. Модели массового обслуживания   | 2                   | ПК-5                                  |
| 9     | Пакеты прикладных программ                   | Историческая справка. Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench. Моделирование аналоговых схем в OrCAD PSpice.  | 4                   | ПК-5                                  |

**5.3 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|                                  |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1                                | Физические основы микро- и нанoeлектроники  | +  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2                                | Физика полупроводниковых структур   |  |   |   |   |   |   |   |   | + |    |    |    |    |
| 3                                | Физические основы элементной базы   |  |   |   |   |   |   |   |   | + |    |    |    |    |
| 4                                | Материалы и компоненты электронных средств  |  |   |   |   |   |   |   |   | + |    |    |    |    |
| 5                                | Интегральные устройства радиоэлектроники  | +  | + | + | + | + | + | + | + | + |    |    |    |    |

| Последующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 1                      | Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |
| 2                      | Технология производства электронных средств                   | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |
| 3                      | Выпускная квалификационная работа                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |  |  |

#### 5.4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Перечень компетенций | Виды занятий |     |     |       |     | Формы контроля по всем видам занятий<br>(примеры)   |
|----------------------|--------------|-----|-----|-------|-----|---|
|                      | Л            | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС |   |
| ПК-1                 | +            | +   | +   |       | +   | Тест, отчет по практической работе, отчет по лабораторной работе, конспект самоподготовки, опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, тест на практических занятиях |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

#### 6 Методы и формы организации обучения

##### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Формы                       | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные работы (час) | Всего |
|--------|-----------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|-------|
|        | IT-методы                   | 36           | 18                         | 8                         | 62    |
|        | Работа в команде            |              |                            | 8                         | 8     |
|        | Исследовательский метод     |              | 18                         |                           | 18    |
|        | Итого интерактивных занятий | 36           | 36                         | 16                        | 88    |

#### 7 Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ               | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1     | 5, 9                              | Анализ по постоянному току в OrCAD PSpice     | 2                    | ПК-1                    |
| 2     | 6, 9                              | Анализ по переменному току в OrCAD PSpice     | 2                    | ПК-1                    |
| 3     | 7, 9                              | Анализ переходных процессов в OrCAD PSpice    | 2                    | ПК-1                    |
| 4     | 4, 9                              | Биполярный транзистор                         | 2                    | ПК-1                    |
| 5     | 9                                 | Ключ на биполярном транзисторе                | 2                    | ПК-1                    |
| 6     | 9                                 | Усилительный каскад на биполярном транзисторе | 2                    | ПК-1                    |
| 7     | 9                                 | Анализ чувствительностей                      | 2                    | ПК-1                    |
| 8     | 9                                 | Параметрическая оптимизация                   | 4                    | ПК-1                    |

#### 8 Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1     | 2- 5                              | Моделирование на постоянном токе          | 4                    | ПК-1                    |
| 2     | 2- 4                              | Моделирование резисторов                  | 4                    | ПК-1                    |
| 3     | 2- 5                              | Модели диодов и диодных схем              | 4                    | ПК-1                    |
| 4     | 2- 5                              | Моделирование транзисторных схем          | 4                    | ПК-1                    |
| 5     | 2- 4, 6                           | Моделирование в частотной области         | 4                    | ПК-1                    |
| 6     | 2- 4, 7                           | Моделирование во временной области        | 8                    | ПК-1                    |
| 7     | 4, 7                              | Модель ключа на полевом транзисторе       | 4                    | ПК-1                    |
| 8     | 8                                 | Моделирование на микроуровне              | 4                    | ПК-1                    |

#### 9 Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы<br>(детализация) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д.) |
|-------|-----------------------------------|--|----------------------|-------------------------|--|
| 1     | 1                                 | Подготовка к тесту                           | 2                    | ПК-1                    | Тест   |
| 2     | 2                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию   | 8                    | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                     |
| 3     | 3                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию   | 10                   | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                     |

|   |   |   |    |      |                            |
|---|---|---|----|------|----------------------------|
|   |   | занятию. 1                                    |    |      | отчета                     |
| 4 | 4 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 8  | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |
| 5 | 5 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 12 | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |
| 6 | 6 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 8  | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |
| 7 | 7 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 14 | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |
| 8 | 8 | Подготовка к тесту и практическому занятию    | 6  | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |
| 9 | 9 | Подготовка к тесту и лабораторной работе      | 60 | ПК-1 | Тест, опрос, защита отчета |

### 10 Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Планом не предусмотрены

### 11 Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Максимальные балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности               | На 1 КТ   | Между 1 и 2 КТ | После 2 КТ | Всего      |
|---|-----------|----------------|------------|------------|
| Посещение занятий                           | 3         | 3              | 3          | 9          |
| Тестовый контроль                           | 4         | 4              | 4          | 12         |
| Контрольные работы на практических занятиях | 9         | 9              | 9          | 27         |
| Лабораторные работы                         |           | 5              | 5          | 10         |
| Компонент своевременности                   | 4         | 4              | 4          | 12         |
| <b>Итого максимум за период:</b>            | <b>20</b> | <b>25</b>      | <b>25</b>  | <b>70</b>  |
| <b>Нарастающим итогом</b>                   | <b>20</b> | <b>45</b>      | <b>70</b>  | <b>100</b> |

Таблица 11.3 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 2      |

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|---------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                 | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                  | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|                                       | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|                                       | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 – 69                               |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)       | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

### 12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1 Основная литература

1) Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. – 2016. 101 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5916>

#### 12.2 Дополнительная литература

2) Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие для вузов/ М.Н. Петров, Г.В. Гудков. - СПб.: Лань, 2011. - 464 с. (10 экз.)

3) Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие для вузов/ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченкова. - М.: Издательство МЭИ, 2003. - 594 с. (20 экз.)

4) Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов/ Г.Г. Чавка [и др.]; ред.: О.В. Алексеев. - М. : Высшая школа, 2000. - 480 с. (83 экз.)

5) Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2001. - 344 с. (6 экз.)

6) Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП “РАСКО”, 1991. – 272 с. (117 экз.)

7) Автоматизация схемотехнического проектирования/ Под ред. В.Н.Ильина. – М.: Радио и связь, 1987. – 368 с. (13 экз.)

- 8) Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с. (38 экз.)
- 9) Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1988. – 560 с. (28 экз.)
- 10) Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для вузов/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высшая школа, 1999. - 224 с. (1 экз.)
- 11) Поршнеv С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие для вузов / С.В. Поршнеv. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 319 с. (30 экз.)
- 12) Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : учебник / А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : ПИТЕР, 2015. - 208 с.. (1 экз.)

### **12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

- 1) Методы и алгоритмы моделирования процессов в PЭС: Руководство к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Компьютерное моделирование процессов в PЭС» / Романовский М. Н. – 2016. 66 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5915>
- 2) Моделирование аналоговых схем в OrCAD PSpice: Руководство к лабораторным работам по дисциплине «Компьютерное моделирование процессов в PЭС» / Романовский М. Н. – 2016. 76 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5914>
- 3) Индивидуальные задания для практических занятий, лабораторных работ и текущего контроля успеваемости студентов (раздаточный материал).

### **12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Интернет

### **13 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Оборудование лабораторий ГПО

### **14 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Дисциплина входит в цикл ГПО и изучается студентами в процессе работы над конкретным проектом под руководством преподавателя.

7/6

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования  
 П.Е. Троян

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**Проектирование электронных средств**  
**(групповое проектное обучение – ГПО 4)**

**Уровень высшего образования** бакалавриат  
**Направление подготовки** 11.03.03 - Конструирование и технология  
электронных средств  
**Профиль:** Конструирование и технология наноэлектронных средств  
**Форма обучения** Очная  
**Факультет** радиоконструкторский (РКФ)  
**Кафедра** Конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)  
**Курс 4** **Семестр 7**

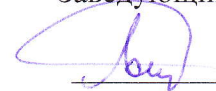
Учебный план набора 2013 года и последующих лет

Экзамен – 5 семестр

Разработчик

 М.Н. Романовский

Заведующий кафедрой КУДР

 А.Г. Лоцилов

Томск 2016





## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – обучение студентов функциональному (схмотехническому) проектированию радиоэлектронных средств (РЭС) с использованием ЭВМ.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору. Соответственно желанию специализироваться в определенной области, студент выбирает для изучения одну из дисциплин, преподаваемых параллельно: Технологические процессы в нанoeлектронике / Проектирование электронных средств (ГПО 4).

Полученные знания и навыки используются при изучении последующих профессиональных дисциплин.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств (ПК-5).

В результате изучения дисциплины студенты должны: *иметь представление* об особенностях компьютерного моделирования РЭС на микро- и метауровнях, *знать* методы и алгоритмы моделирования процессов в РЭС на макроуровне, *уметь* сформировать функциональную модель объекта-системы и реализовать ее на ПЭВМ, *владеть* навыками решения инженерных задач с использованием ПЭВМ.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

| Вид учебной работы                            | Всего часов |
|---|-------------|
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>             | <b>88</b>   |
| В том числе:                                  |             |
| Лекции  | 36          |
| Лабораторные работы (ЛР)                      | 16          |
| Практические занятия (ПЗ)                     | 36          |
| <i>Другие виды аудиторной работы</i>          |             |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>         | <b>128</b>  |
| В том числе:                                  |             |
| на подготовку, сдачу экзамена                 | 36          |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | Экзамен     |
| Общая трудоемкость час                        | 216         |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                 | 6           |

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины         | Лекции | Занятия  |          |                         | Всего час. (без экзамен) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|-------|---|--------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
|       |   |        | Лаборат. | Практич. | Самост. Работа студента |                          |                                       |
| 1     | Введение                                | 2      |          |          | 2                       | 4                        | ПК-5                                  |
| 2     | Общие сведения о математических моделях | 4      |          | 4        | 8                       | 16                       | ПК-5                                  |
| 3     | Основы моделирования на макроуровне     | 6      |          | 4        | 10                      | 20                       | ПК-5                                  |
| 4     | Модели базовых элементов РЭС            | 4      |          | 4        | 8                       | 16                       | ПК-5                                  |
| 5     | Моделирование статических режимов       | 4      |          | 8        | 12                      | 24                       | ПК-5                                  |
| 6     | Моделирование в частотной области       | 4      |          | 4        | 8                       | 16                       | ПК-5                                  |
| 7     | Моделирование переходных процессов      | 6      |          | 8        | 14                      | 28                       | ПК-5                                  |

|   |  |   |    |   |    |    |      |
|---|--|---|----|---|----|----|------|
| 8 | Основы моделирования на микро- и метауровнях | 2 |    | 4 | 6  | 12 | ПК-5 |
| 9 | Пакеты прикладных программ                   | 4 | 16 |   | 60 | 80 | ПК-5 |

### 5.2 Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов                        | Содержание разделов   | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|-------|--|---|---------------------|---------------------------------------|
| 1     | Введение                                     | Структура, цели и задачи курса, его место в учебном процессе. Положение о рейтинговой системе. Сущность моделирования, классификация моделей, история развития моделирования, вычислительный эксперимент      | 2                   | ПК-5                                  |
| 2     | Общие сведения о математических моделях      | Принципы иерархичности и декомпозиции. Параметры и фазовые переменные. Требования к математическим моделям. Модели на микро-, макро- и метауровне. Моделирование элементов систем. Метод наименьших квадратов | 4                   | ПК-5                                  |
| 3     | Основы моделирования на макроуровне          | Компонентные и топологические уравнения. Аналогии компонентных и топологических уравнений. Источники фазовых переменных. Формирование эквивалентных схем. Связи между разнородными подсистемами               | 6                   | ПК-5                                  |
| 4     | Модели базовых элементов РЭС                 | Пассивные элементы. Полупроводниковые диоды. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Определение параметров моделей. Статистические и детерминированные модели. Автоматизация определения параметров     | 4                   | ПК-5                                  |
| 5     | Моделирование статических режимов            | Общие сведения. Преобразования Тевенина и Норттона. Формирование модели. Метод Ньютона-Рафсона. Модификации метода Ньютона-Рафсона  | 4                   | ПК-5                                  |
| 6     | Моделирование в частотной области            | Комплексная частотная характеристика. Формирование модели. Методы решения систем линейных уравнений. Повышение эффективности алгоритмов анализа   | 4                   | ПК-5                                  |
| 7     | Моделирование переходных процессов           | Методы численного интегрирования. Точность и устойчивость методов. Выбор шага интегрирования. Комбинированные алгоритмы. Метод переменных состояний. Неявная форма динамической модели                        | 6                   | ПК-5                                  |
| 8     | Основы моделирования на микро- и метауровнях | Сеточные методы. Формирование и реализация моделей на микроуровне. Логические модели. Модели массового обслуживания   | 2                   | ПК-5                                  |
| 9     | Пакеты прикладных программ                   | Историческая справка. Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench. Моделирование аналоговых схем в OrCAD PSpice.  | 4                   | ПК-5                                  |

### 5.3 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|                                  |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 1                                | Математика  |  |   |   |   | + | + | + |   |   |    |    |    |    |
| 2                                | Физика  |  |   | + |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 3                                | Информатика   | +  |   |   | + | + | + | + | + |   |    |    |    |    |
| 4                                | Физические основы микро- и нанoeлектроники  |  |   |   | + |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

|                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|
| 5                             | Физика полупроводниковых структур                             |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| 6                             | Материалы и компоненты электронных средств                    |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| 7                             | Физические основы элементной базы                             |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| <b>Последующие дисциплины</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |  |
| 1                             | Интегральные устройства радиоэлектроники                      |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | + |  |
| 2                             | Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |   |  |
| 3                             | Технологические процессы в нанoeлектронике                    | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |   |   |   |  |  |   |  |
| 4                             | Выпускная квалификационная работа                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  | + |  |

#### 5.4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Перечень компетенций | Виды занятий |     |     |       |     | Формы контроля по всем видам занятий<br>(примеры)   |
|----------------------|--------------|-----|-----|-------|-----|---|
|                      | Л            | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС |   |
| ПК-1                 | +            | +   | +   |       | +   | Тест, отчет по практической работе, отчет по лабораторной работе, конспект самоподготовки, опрос на лекции, отчет по лабораторной работе, тест на практических занятиях |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

#### 6 Методы и формы организации обучения

##### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы                      | Формы | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Лабораторные работы (час) | Всего |
|-----------------------------|-------|--------------|----------------------------|---------------------------|-------|
| ИТ-методы                   |       | 36           | 18                         | 8                         | 62    |
| Работа в команде            |       |              |                            | 8                         | 8     |
| Исследовательский метод     |       |              | 18                         |                           | 18    |
| Итого интерактивных занятий |       | 36           | 36                         | 16                        | 88    |

#### 7 Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ               | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1     | 5, 9                              | Анализ по постоянному току в OrCAD PSpice     | 2                    | ПК-1                    |
| 2     | 6, 9                              | Анализ по переменному току в OrCAD PSpice     | 2                    | ПК-1                    |
| 3     | 7, 9                              | Анализ переходных процессов в OrCAD PSpice    | 2                    | ПК-1                    |
| 4     | 4, 9                              | Биполярный транзистор                         | 2                    | ПК-1                    |
| 5     | 9                                 | Ключ на биполярном транзисторе                | 2                    | ПК-1                    |
| 6     | 9                                 | Усилительный каскад на биполярном транзисторе | 2                    | ПК-1                    |
| 7     | 9                                 | Анализ чувствительностей                      | 2                    | ПК-1                    |
| 8     | 9                                 | Параметрическая оптимизация                   | 4                    | ПК-1                    |

#### 8 Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1     | 2- 5                              | Моделирование на постоянном токе          | 4                    | ПК-1                    |
| 2     | 2- 4                              | Моделирование резисторов                  | 4                    | ПК-1                    |
| 3     | 2- 5                              | Модели диодов и диодных схем              | 4                    | ПК-1                    |
| 4     | 2- 5                              | Моделирование транзисторных схем          | 4                    | ПК-1                    |
| 5     | 2- 4, 6                           | Моделирование в частотной области         | 4                    | ПК-1                    |
| 6     | 2- 4, 7                           | Моделирование во временной области        | 8                    | ПК-1                    |
| 7     | 4, 7                              | Модель ключа на полевом транзисторе       | 4                    | ПК-1                    |
| 8     | 8                                 | Моделирование на микроуровне              | 4                    | ПК-1                    |

### 9 Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы (детализация)     | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д) |
|-------|-----------------------------------|---|---------------------|-------------------------|---|
| 1     | 1                                 | Подготовка к тесту                            | 2                   | ПК-1                    | Тест  |
| 2     | 2                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию    | 8                   | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 3     | 3                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 10                  | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 4     | 4                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 8                   | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 5     | 5                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 12                  | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 6     | 6                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 8                   | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 7     | 7                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию. 1 | 14                  | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 8     | 8                                 | Подготовка к тесту и практическому занятию    | 6                   | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |
| 9     | 9                                 | Подготовка к тесту и лабораторной работе      | 60                  | ПК-1                    | Тест, опрос, защита отчета                                    |

### 10 Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Планом не предусмотрены

### 11 Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 Максимальные балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности               | На 1 КТ   | Между 1 и 2 КТ | После 2 КТ | Всего      |
|---|-----------|----------------|------------|------------|
| Посещение занятий                           | 3         | 3              | 3          | 9          |
| Тестовый контроль                           | 4         | 4              | 4          | 12         |
| Контрольные работы на практических занятиях | 9         | 9              | 9          | 27         |
| Лабораторные работы                         |           | 5              | 5          | 10         |
| Компонент своевременности                   | 4         | 4              | 4          | 12         |
| <b>Итого максимум за период:</b>            | <b>20</b> | <b>25</b>      | <b>25</b>  | <b>70</b>  |
| <b>Нарастающим итогом</b>                   | <b>20</b> | <b>45</b>      | <b>70</b>  | <b>100</b> |

Таблица 11.3 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 2      |

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|---------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                 | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                  | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|                                       | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|                                       | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)       | 65 – 69  | E (посредственно)       |
|                                       | 60 - 64  | F (неудовлетворительно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

### 12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1 Основная литература

1) Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. – 2016. 101 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5916>

#### 12.2 Дополнительная литература

- 2) Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебное пособие для вузов/ М.Н. Петров, Г.В. Гудков. - СПб.: Лань, 2011. - 464 с. (10 экз.)
- 3) Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие для вузов/ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - М.: Издательство МЭИ, 2003. - 594 с. (20 экз.)
- 4) Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов/ Г.Г. Чавка [и др.]; ред.: О.В. Алексеев. - М. : Высшая школа, 2000. - 480 с. (83 экз.)
- 5) Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2001. - 344 с. (6 экз.)
- 6) Мудров А.Е. Численные методы для ЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП “РАСКО”, 1991. – 272 с. (117 экз.)
- 7) Автоматизация схемотехнического проектирования/ Под ред. В.Н.Ильина. – М.: Радио и связь, 1987. – 368 с. (13 экз.)
- 8) Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с. (38 экз.)
- 9) Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1988. – 560 с. (28 экз.)
- 10) Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для вузов/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М. : Высшая школа, 1999. - 224 с. (1 экз.)
- 11) Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие для вузов / С.В. Поршнев. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 319 с. (30 экз.)
- 12) Головкин А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств : учебник / А. А. Головкин, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : ПИТЕР, 2015. - 208 с.. (1 экз.)

### **12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

Для обеспечения дисциплины используются следующие УМП:

- 1) Методы и алгоритмы моделирования процессов в РЭС: Руководство к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Компьютерное моделирование процессов в РЭС» / Романовский М. Н. – 2016. 66 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5915>
- 2) Моделирование аналоговых схем в OrCAD PSpice: Руководство к лабораторным работам по дисциплине «Компьютерное моделирование процессов в РЭС» / Романовский М. Н. – 2016. 76 с. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/5914>
- 3) Индивидуальные задания для практических занятий, лабораторных работ и текущего контроля успеваемости студентов (раздаточный материал).

### **12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Интернет

### **13 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Оборудование лабораторий ГПО

### **14 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Дисциплина входит в цикл ГПО и изучается студентами в процессе работы над конкретным проектом под руководством преподавателя.